

Uso de la publicidad de un producto alimenticio para aprender un modelo sobre las defensas en el intestino humano. Un estudio en 3º de ESO¹

Jesús Ramón Girón Gambero^{1,2}, Ángel Blanco López² y Teresa Lupión Cobos^{2,3}

¹IES. Belén (Málaga), jrgiron@uma.es; ²Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales, España. ablancol@uma.es; ³Centro de Profesorado de Málaga, teluco@uma.es

[Recibido en octubre de 2014, aceptado en febrero de 2015]

Este trabajo se centra en el aprendizaje de modelos utilizando como recurso didáctico la publicidad sobre alimentos. La investigación se ha llevado a cabo con el objetivo de estudiar el desempeño del alumnado en el análisis de un video publicitario en un contexto real de aula, mediante un estudio de caso en 3º de Educación Secundaria Obligatoria. Se utiliza un anuncio televisivo que incluye un modelo para explicar cómo actúa un conocido producto probiótico en el organismo. Para obtener datos y evidencias se han utilizado el diario del profesor, grabaciones en vídeo de las clases y los cuadernos de trabajo de los estudiantes. En los resultados se destacan los elementos más fácilmente interpretables y las dificultades del alumnado para comprender el modelo del anuncio. Finalmente, como implicación educativa, se formulan algunas ideas que podrían formar parte de un modelo escolar que explique cómo actúan las defensas en el intestino humano, integrando aquellos aspectos positivos identificados en el anuncio con algunos elementos de los propios modelos de los alumnos y las ideas científicas al respecto.

Palabras clave: Educación secundaria obligatoria; publicidad; alimentación, modelos.

Using the advertising of a foodstuff to learn a model of the defenses in the human intestine. A study with Year 9 students

This essay focuses on the learning of patterns using food advertisement as didactic resource. The research has been carried out for the purpose of studying the students' performance in a video advertisement analysis, in a real classroom context through a case study of a group of Year 9 students. A television advertisement, which includes a model to explain how a known probiotic product acts in the organism, has been used. Teacher's notebooks, video recorder lessons and student notebooks have been used to get facts and evidence. Results highlight elements easy to interpret and pupils' difficulties to understand the advertisement model. Finally, like educational implications, some ideas are formulated. These ideas could take part in a school pattern to explain the way our defenses act in the human intestine. Furthermore, they could add those positive aspects identified in the advertisement with some elements from the pupils' model and the scientific ideas related with them.

Keywords: Secondary compulsory education; advertising; food; modeling.

Introducción

En este artículo se presenta una investigación realizada con un grupo de alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) con la finalidad de explorar las posibilidades de utilizar la publicidad de un producto alimentario para aprender sobre un modelo científico. En este caso concreto, se aborda el mecanismo de actuación de las defensas en el intestino humano.

Esta investigación toma su sentido en una enseñanza de las ciencias basada en el desarrollo de competencias, con especial énfasis en la competencia científica, tal y como se plantea en los currículos actuales de la ESO en nuestro país (MEC, 2007). Esta competencia se define como la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los

¹Este artículo forma parte del proyecto de I+D de Excelencia "Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso" (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad en la convocatoria de 2013.

generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos. Incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal, en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.). Asimismo, implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento, y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico (MEC, 2007, 687-688).

La publicidad constituye, sin duda, uno de los contextos sociales de interés para el alumnado (Blanco, España y Rodríguez, 2012) y de gran influencia en la vida de los adolescentes. Así, Ezquerro y Polo (2010) muestran que los adolescentes, con edades comprendidas entre 15-17 años, dedican un poco más de tiempo a la semana a ver la televisión que a salir con los amigos y a estudiar. Asimismo, la publicidad sobre la alimentación representa un ámbito especialmente sensible por su relación con la salud y la calidad de vida de la población. En este sentido, Benarroch y Pérez (2011) evidencian como los mensajes de los anuncios de productos alimentarios dirigidos a adolescentes, están dominados por las ideas de bienestar, felicidad, diversión y éxito social, cuando lo que en realidad ofertan son productos poco saludables con alto contenido en grasas e hidratos de carbono. Por otro lado, la publicidad, supone uno de los canales por los que, de forma más o menos implícita, llega la ciencia a los ciudadanos (Blanco, 2004). Por estas razones se ha planteado la necesidad de su tratamiento educativo (Arconada, 2006) y su utilización en la enseñanza de las ciencias (Pro y Rodríguez, 2010).

De todos los aspectos que se recogen en la formulación de la competencia científica en el currículo de la ESO (MEC, 2007), esta investigación se ha centrado especialmente en el tratamiento integrado de tres de ellos: a) Demostrar espíritu crítico en la observación de la realidad y en el análisis de los mensajes informativos y publicitarios, b) Familiarizarse con el trabajo científico para el tratamiento de situaciones de interés, y con su carácter tentativo y creativo. En concreto con el sentido y el papel de los modelos en la construcción y difusión del conocimiento (Justi y Gilbert, 2002) y c) El conocimiento del propio cuerpo y las relaciones entre los hábitos y las formas de vida y la salud. Uno de los aspectos más novedosos de este trabajo reside en el uso de la publicidad para aprender sobre modelos y para ayudar a que los alumnos desarrollen la competencia de modelización (Aragón, Oliva y Navarrete, 2014).

Con estos objetivos en mente en primer lugar se analizará la publicidad sobre los alimentos como contexto de enseñanza-aprendizaje, así como la modelización como enfoque de enseñanza. En segundo lugar se describe el contexto de la investigación que incluye la unidad didáctica en la que se inserta, los participantes en la misma así como los instrumentos de recogida de datos utilizados. En tercer lugar, se presenta el análisis de los resultados obtenidos y se plantean conclusiones e implicaciones didácticas.

Fundamentación teórica

La publicidad sobre alimentos como contexto de enseñanza-aprendizaje

La vida de los adolescentes está en constante interacción con la publicidad y es habitual encontrarse en los centros educativos grupos de alumnos que visten, se peinan y usan el mismo calzado que sus ídolos, bien sean deportivos o artísticos. Son los medios de comunicación los que determinan a qué persona admirar y del mismo modo, también determinan parte de la visión que, sobre el mundo, tienen los adolescentes.

En el ámbito específico de la alimentación la influencia de la publicidad en la vida de los adolescentes está bastante estudiada sociológicamente. En México, Moreno y Toro (2009) desarrollaron un estudio titulado “La televisión, mediadora entre consumismo y obesidad”, donde se concluye que los mensajes televisivos inducen a consumir alimentos que producen obesidad. La fundación *Eroski Consumer* (2007) informó de un estudio en el que se concluye que la publicidad influye en los niños a la hora de elegir alimentos. En España, dentro de la Agencia Estatal de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) existe una sección dedicada a la “Estrategia NAOS” que entre otras acciones, ha publicado el código PAOS, que especifica las normas éticas que han de regir la presentación de los productos: “La presentación publicitaria de alimentos o bebidas no deberá inducir a error a los menores sobre los beneficios derivados del uso del producto” (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2012, p.6). Por último, a nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud, en 2011, emitió un informe en el que relacionaba la obesidad infantil y la publicidad.

De un tiempo a esta parte, las supuestas propiedades beneficiosas de un nutrido grupo de alimentos que han venido a llamarse “alimentos funcionales”, se han usado no sólo para incrementar las ventas de los mismos sino para también aumentar sus precios respecto a productos similares que no cuentan con estas propiedades. Así, “el higienismo y el sanismo consumistas típico de la sociedad actual es una poderosa estrategia de venta para productos de alimentación, de limpieza y de cosmética” (Díaz-Rojo, 2003 p.218). Tan sólo tenemos que ir de compras al supermercado para comprobar el auge que han tenido en los últimos años este tipo de alimentos: zumos a los que se le añade leche y cereales, bebidas de soja ricas en isoflavonas y, cómo no, los lácteos enriquecidos en calcio, omega 3 o esteroides, las estrellas de esta nueva hornada de alimentos. Todos estos aditivos, hasta ahora desconocidos por el gran público, son de los que se valen los fabricantes para destacar propiedades como: una mayor carga nutricional, mejorar la digestión, ayudar a la fortaleza de los huesos, reducir el colesterol, etc.

De todo ello puede derivarse que la publicidad representa una potente herramienta que, utilizada de forma adecuada, puede estimular el aprendizaje (Ezquerro y Fernández-Sánchez, 2014). Por ello se propone que el profesorado utilice la publicidad como herramienta al servicio de una mayor eficacia educativa (Arconada, 2006). Esto puede hacerse, de entrada, con dos propósitos diferentes:

1. Aprender sobre la publicidad. Es decir, utilizar la publicidad en sí misma como objeto de estudio. Desde esta perspectiva es importante analizar las estructuras de los anuncios y los elementos que contribuyen a la seducción visual como los colores o la aparición de “la ciencia” como garantía del producto. Frente a los recursos persuasivos de la publicidad un consumidor competente debe comprender su papel, ser consciente de sus usos e intencionalidad para poder distanciarse de su influencia (Fontcuberta, 2009).
2. Aprender ciencia con la publicidad. Se trata de aprovechar el interés que la publicidad despierta en los niños y adolescentes para utilizarlo como recurso para aprender ciencias (Pro y Rodríguez, 2010). Basta con ver durante un corto periodo de tiempo un espacio publicitario en la televisión, o con hojear la publicidad impresa en revistas o periódicos, para darse cuenta de que sus autores han escogido la ciencia como un ingrediente más a la hora de alear esa amalgama de factores que constituyen los anuncios, según han estudiado Pro y Ezquerro (2005) y Ezquerro y Fernández-Sánchez (2014). La ciencia puede usarse, desde un punto de vista objetivo, para contrastar propiedades o características de un producto en cuestión o como falso reclamo para inducir a comprar al consumidor. En este sentido, Campanario, Otero y Moya (2001) realizaron un estudio de los usos inadecuados de la ciencia en la publicidad escrita, encontrando numerosos ejemplos que clasificaron en dos grandes grupos: invocación a la ciencia como fuente de autoridad, y

usos inadecuados del lenguaje o del conocimiento científico. En la misma línea, Moreno (2006) analizó una amplia muestra de anuncios en televisión, verificando que en un tercio de los mismos los productos estaban avalados científicamente por algún laboratorio o departamento universitario. Vemos entonces como en la publicidad se usa inadecuadamente la ciencia, a modo de juez que dicta sentencias verdaderas contra las que no cabe ningún recurso. A todo esto hay que unir la poca educación científica que se brinda en el medio televisivo ya que menos de un 5 % de la programación se destina a programas de acercamiento al mundo de la ciencia, la naturaleza y la salud (Tello, 2005), por lo que el ciudadano percibe los mensajes de los anuncios como auténticos.

La modelización como enfoque de enseñanza

Los enfoques de enseñanza orientados a los procesos de modelización científica centran su atención en los modelos como núcleos temáticos en torno a los que orbita el currículo, si bien no solo están interesados en que los alumnos aprendan los modelos de la ciencia escolar, sino también en que desarrollen las capacidades y valores para trabajar con ellos, aplicarlos, analizarlos críticamente, y también reconstruirlos para hacerlos evolucionar hacia otros más avanzados (Justi y Gilbert, 2002).

Modelizar no es más que construir analogías sencillas de conceptos más complejos (Oliva y Aragón, 2009). En las tareas de modelización entran en juego la realidad, el científico y la analogía, es decir, el modelo. Así, modelizar se refiere tanto al proceso de transformación del mundo que se produce cuando se piensa científicamente acerca del mismo como a la actividad sistemática que llevan a cabo los científicos para construir y aplicar el conocimiento científico (Halloun, 1996). Los modelos sirven, por tanto, como puente entre el pensamiento científico y el de una persona que no lo es.

Desde el punto de vista educativo, los modelos y la manera de utilizarlos en la enseñanza ha sido ampliamente investigado. A veces, no pueden ser trasladados a la escuela de forma literal debido a su complejidad, ya que pueden estar dirigidos a un público con cierto grado de formación científica. Justi (2006) propone que hay que adaptar los modelos científicos al contexto escolar y, en la misma línea, Sanmartí y Sardá (2000) abogan por reestructurarlos para adecuarlos a la ciencia escolar. No obstante, no debemos conformarnos con que los alumnos comprendan los modelos ya establecidos, sino que tenemos que ser capaces de desarrollar en ellos la competencia para el acto de modelar (Harrison y Treagust, 2000). Con este fin, es importante tomar en consideración los niveles de complejidad propuestos por Justi y Gilbert (2002):

- Aprender modelos a través de los modelos enseñados.
- Aprender a usar modelos.
- Aprender a revisar y cambiar los modelos que ya conocen.
- Aprender a reconstruir modelos ya existentes.
- Aprender a crear modelos nuevos

La competencia del estudiante ante cualquiera de estas tareas requiere disponer de las capacidades que se necesitan para realizar las anteriores, de ahí la complejidad creciente de dicha gradación que puede considerarse en cierta forma como un itinerario de progresión en la tarea de modelar (Oliva y Aragón, 2009; Aragón, Oliva y Navarrete, 2014).

La investigación que a continuación se presenta analiza como los alumnos interpretan un modelo presentado en un anuncio publicitario de un conocido producto alimentario, cuya

finalidad es explicar el mecanismo de defensa en el intestino, y el papel que juega dicho producto en este proceso. Se pretendía que los alumnos desarrollasen su comprensión del concepto de modelo y la capacidad de “aprender a revisar modelos” y, a partir de esta revisión, “aprender modelos” sobre los contenidos implicados en ellos.

Contexto de la investigación

Unidad didáctica: ¿Estoy comiendo bien?

En el marco conceptual descrito y teniendo en cuenta las recomendaciones del currículo sobre el desarrollo de competencias desde la enseñanza de las ciencias (MEC, 2007), se diseñó una unidad didáctica titulada “¿Estoy comiendo bien?” para ayudar al alumnado a tomar decisiones fundamentadas sobre su alimentación. La unidad se vertebra a partir de una serie de preguntas (figura 1) y se plantea como objetivos ayudar a los alumnos a:

- Tomar decisiones sobre su alimentación, basándose en conocimientos, habilidades y actitudes científicas.
- Desarrollar espíritu crítico frente a la información sobre alimentación a la que se tiene acceso.
- Valorar la importancia de la ciencia para ayudar a analizar y resolver situaciones de la vida diaria relacionadas con la alimentación.



Figura 1. Estructura de la unidad didáctica “¿Estoy comiendo bien?” a partir de los interrogantes-problemas. Cada color representa una fase del proceso de aprendizaje: orientación y explicitación de ideas (verde), construcción y aplicación de conocimientos (azul) y rojo (síntesis y evaluación).

En cuanto a su contribución al desarrollo de competencias básicas, en esta propuesta se enfatiza la denominada competencia en interacción con el mundo físico y natural (competencia científica) y se centra en el “... conocimiento del propio cuerpo y las relaciones entre los hábitos y las formas de vida y la salud” (MEC, 2007, p.692). También se incide en el tratamiento de la información y la competencia digital. Según la propuesta de la evaluación en ciencias de PISA (OCDE, 2006) se incluiría en el ámbito de la salud en un contexto personal.

La unidad didáctica ha sido implementada durante el curso 2012-2013 con un grupo de 3º ESO en un Instituto de Educación Secundaria de Málaga, dentro de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, que incluía Física y Química y Biología y Geología. El grupo clase, formado por 19 alumnos, mostraba un rendimiento académico medio bajo y muy pocos alumnos manifestaban interés por las asignaturas de ciencias. Dos alumnos era repetidores de curso y otros dos presentaban necesidades específicas de apoyo educativo. Se emplearon 15 sesiones de clases y se utilizó un cuaderno de trabajo para el alumnado y una versión web (López, Blanco y Haro, 2011) de la unidad didáctica (figura 2), que permitía su utilización con la pizarra digital y en los ordenadores de los alumnos. Las clases fueron impartidas por un profesor de Física y Química, uno de los autores de esta investigación.



Figura 2. Imagen de la unidad web y del cuaderno de trabajo de una alumna.

Secuencia de actividades: ¿Cómo funciona el producto probiótico x^2 en el cuerpo?

La secuencia de actividades en la que se centra esta investigación está incluida en la pregunta 4 “Estoy comiendo lo que debo o lo que me venden”. Dentro de los objetivos de la unidad didáctica, antes citados, en esta secuencia se hace especial hincapié en que el alumnado desarrolle espíritu crítico frente a la información que le llega para determinar la veracidad de las propiedades saludables del producto. En este caso centrado fundamentalmente en el análisis del modelo que se presenta para que el consumidor entienda las funciones del producto publicitado. Más detalles sobre esta secuencia de actividades puede verse en Girón, Blanco y Lupión (2014).

La secuencia se centra en el análisis de un anuncio publicitario, en este caso del producto probiótico x^3 . En él una conocida periodista describe las virtudes que supuestamente tiene este producto lácteo en nuestro organismo, apoyándose en la “ciencia” como veremos posteriormente con más detalle. El anuncio es un monólogo de la periodista que comienza destacando la importancia que tienen nuestras defensas en el periodo invernal para protegernos de los agentes externos del ambiente y muestra al producto como un posible ayudante de nuestro sistema inmune.

Dentro de la secuencia, la actividad que ahora nos ocupa está diseñada para usar la publicidad para aprender ciencia, en concreto para aprender el mecanismo de defensa del cuerpo en el intestino frente a los patógenos que entran por la boca. Los alumnos, después de recibir información sobre el concepto de modelo (véase figura 3) tenían que describir el modelo usado en el anuncio para explicar cómo actúa el producto en el organismo, posteriormente

²Se ha omitido la denominación comercial del producto para mantenerlo en el anonimato.

³ El vídeo, de una duración de 1 minuto está disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=jvzVIcraIhg>

exponer el suyo, según sus propios conocimientos y, finalmente, comparar ambos. Las preguntas que se hicieron para guiarlos en la actividad fueron:

1. ¿Qué es el agente externo?
2. ¿Cómo actúa el agente externo?
3. ¿Qué son las defensas?
4. ¿Cómo actúan las defensas?
5. ¿Qué es el producto probiótico x?
6. ¿Cómo actúa el producto probiótico x?

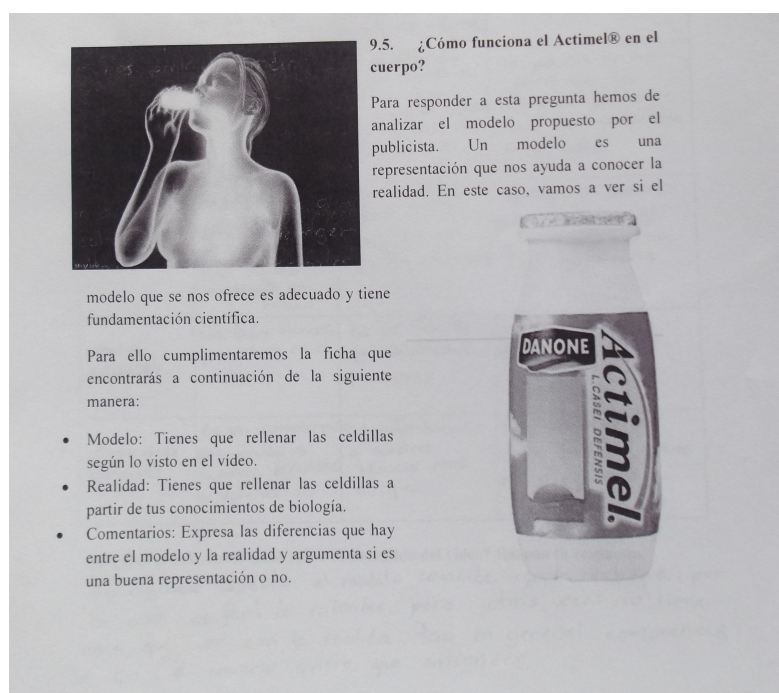


Figura 3. Imagen del cuaderno del alumno en el que se presenta la actividad sobre el modelo.

Para el desarrollo de la actividad en el aula se siguió el siguiente procedimiento. El anuncio se visualizó por primera vez dejando que el alumnado expresara sus ideas libremente y se realizó una puesta en común preguntando si conocían el producto, a la protagonista, qué pretendía el vídeo y si se usaba en él terminología científica. Tras esta primera toma de contacto, se pasó a un trabajo individual y una posterior puesta en común para resaltar las ideas más importantes y realizar las correcciones pertinentes. Para que el alumnado entendiese la metodología de trabajo (explicada a continuación), el profesor escenificó la secuencia de respuestas de la primera pregunta, que se hizo entre todos: el cuaderno del alumno recogía una tabla cuya primera columna correspondía a las preguntas sobre el anuncio. Se tomaba una de éstas y se leía en voz alta y a continuación cada uno realizaba el análisis del modelo y escribía sus conclusiones. Tras la puesta en común el profesor resaltaba las conclusiones más importantes y, en caso de que no las hubiera, señalaba lo que era más correcto.

Enfoque e instrumentos de investigación

El objetivo de esta investigación es estudiar el desempeño del alumnado en el análisis de un video publicitario en un contexto real de aula. Por tanto, no solo interesa el producto final sino también conocer el desarrollo, qué es lo que hacen, cómo lo hacen y qué obstáculos encuentran. Por estas razones, se utilizó una metodología de investigación cualitativa (Sandín,

2003), en concreto los estudios de caso (Yin, 2003) que se han mostrado apropiados para estudiar una situación con cierta intensidad en un período corto de tiempo.

Para obtener datos y evidencias del desempeño de los alumnos, se han utilizado tres instrumentos de investigación:

- El diario del profesor, donde aparecen las anotaciones correspondientes al desarrollo de la sesión (explicaciones, preguntas realizadas por parte de los alumnos, realización de tareas mandadas, actitud frente al trabajo, dificultades de comprensión de las actividades, tiempos previstos y reales) y a los debates y puestas en común (participación, argumentación y propuesta de ideas clave)
- Grabaciones en vídeo de las clases, que permiten analizar con mayor detalle comentarios de los alumnos que puedan haber pasado desapercibidos, especialmente en los debates y puestas en común.
- Los cuadernos de trabajo del alumnado.

Análisis de resultados

El producto que se quiere vender en este anuncio está encuadrado dentro de los llamados alimentos funcionales, categoría que recoge a muchos grupos de alimentos con supuestas propiedades beneficiosas para el organismo y en los que se incluyen a los probióticos y los prebióticos. El más antiguo y conocido probiótico es el yogur, alimento que también ha sido usado como recurso educativo para el laboratorio del aula de secundaria (López y Boronat, 2014). Los primeros, a los que pertenece el producto publicitado, son alimentos que contienen microorganismos vivos y que parece (aún están siendo objeto de estudio) que pueden aportar beneficios al organismo.

Un modelo científico sobre las funciones de los probióticos en el organismo

Con objeto de poder llevar a cabo la descripción y el análisis de los resultados obtenidos se ha considerado necesario partir de un modelo científico sobre cómo se podrían entender las funciones de los probióticos en el organismo. Para ello se ha utilizado el propuesto por Guarner (2007).

Desde el punto de vista de la ciencia, la descripción detallada de las interacciones que se producen en el intestino entre los agentes patógenos, los alimentos, la mucosa intestinal y la flora no patógena autóctona o externa como las bacterias probióticas (principal componente del el producto probiótico x), no son nada simples. Por tanto, para su utilización en el ámbito escolar se ha llevado a cabo algunas simplificaciones tal y cómo se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Formulación de un modelo científico simplificado sobre la actuación del producto probiótico x en el organismo.

Aspecto concreto	Modelo científico simplificado
¿Qué son las defensas?	<i>La mucosa gástrica y la flora intestinal</i>
¿Cómo actúan las defensas?	<i>Compitiendo por nutrientes y lechos biológicos contra los microorganismos patógenos (bacterias,...)</i>
¿Qué es el producto probiótico x?	<i>Microorganismos (en un porcentaje muy elevado bacterias) similares a la flora autóctona.</i>
¿Cómo actúa el producto probiótico x?	<i>Colonizando nichos ecológicos del intestino. Es decir, compete con todas las bacterias que hay en el intestino.</i>

Este modelo científico simplificado se ha utilizado para analizar los resultados obtenidos en este estudio, en concreto para valorar tanto el modelo del vídeo, los modelos mentales de los alumnos, así como para proponer un modelo didáctico escolar sobre la actuación de los alimentos probióticos.

Análisis del modelo del anuncio por parte de los investigadores

Hemos de resaltar la complejidad que supone el análisis del modelo del anuncio, ya que combina diferentes formas de comunicación: imágenes fijas, imágenes en movimiento, voz en off y la voz y presencia física de una periodística muy conocida en ese momento. En el cuadro 2 se presenta el análisis del modelo del anuncio realizado por los investigadores.

Cuadro 2. Análisis del modelo del anuncio realizado por los investigadores.

Aspecto concreto	Representación en el modelo del anuncio
¿Qué es el agente externo?	<i>Bolas de color morado con pinchos.</i>
¿Cómo actúa el agente externo? ¿Qué son las defensas?	<i>Aprovecha los huecos que se forman en las paredes [intestinales] para colarse.</i> [Nota. No dice exactamente qué son, únicamente indica que] <i>el 70% de las defensas están en el intestino, porque los agentes externos llegan a él e intentan atravesarlo para expandirse por todo el cuerpo.</i>
¿Cómo actúan las defensas?	<i>Forman una barrera compacta de color carne, que revisten las paredes del intestino y que impiden el paso de las bolas moradas al interior del organismo.</i> [Nota. Además de las palabras de la presentadora, aparece un rótulo con la palabra “defensa” sobre la imagen de la barrera siendo golpeada por las bolas puntiagudas de color morado. También aparece las palabras “estrés”, “mala alimentación”, “frio” y al otro lado de la pantalla “imagen simplificada de la realidad”.]
¿Qué es el producto probiótico x?	<i>Esferas blancas</i>
¿Cómo actúa el producto probiótico x?	<i>Tapando los huecos y ayudando a reforzar la barrera de la defensa.</i> [Nota. El anuncio termina con una imagen del producto y una voz “en off” que lee tres afirmaciones: “Único”; “demostrado”; “ayuda a las defensas”.]

Análisis de las respuestas del alumnado

De acuerdo con el objetivo planteado en este trabajo, se presentan los resultados obtenidos organizados en torno a las siguientes preguntas:

- A. ¿Cómo analizan e interpretan los alumnos el modelo que ofrece el anuncio?
- B. ¿Qué dificultades muestran los alumnos para interpretar el modelo del anuncio y para poner de manifiesto el suyo propio?

En primer lugar, centramos la atención en la forma en que los alumnos describen el modelo que ofrece el anuncio (en adelante MA) y posteriormente analizaremos las respuestas que dieron según lo que ellos creían que estaba pasando en realidad, con la finalidad de comprender el modelo mental (en adelante MM) utilizado por los alumnos.

A. ¿CÓMO LOS ALUMNOS ANALIZAN E INTERPRETAN EL MODELO QUE OFRECE EL ANUNCIO?

A.1. Descripción del modelo del anuncio por parte de los alumnos

¿Qué es el agente externo?

Esta pregunta se respondió de forma colectiva con la ayuda del profesor, con objeto de que los alumnos entendieran bien el sentido de la tarea.

¿Cómo actúa el agente externo?

Prácticamente, todas las respuestas se pueden clasificar en dos categorías: a) Los agentes externos “dañan al intestino” (7 alumnos utilizan esta expresión o alguna similar) y b) Las bolas moradas de pinchos son las causantes de los agujeros en el intestino (8 alumnos). Un alumno en su respuesta dice que son “los que entran en el organismo”, que no respondía a lo que se pedía en esta pregunta.

Los alumnos no parecen haber captado de forma precisa esta idea del MA y asignan a los agentes externos un papel protagonista que el MA otorga a factores ambientales o personales (frío, estrés, mala alimentación, etc.)

¿Qué son las defensas?

En este caso, encontramos tres categorías de respuestas: a) “Bolas blancas que tapan huecos” (6 alumnos); b) “Bolas blancas que ayudan a combatir los virus” (6 alumnos) y c) “Bolas blancas y paredes” (3 alumnos).

Tan sólo en la categoría “c”, la más reducida en el número de alumnos, es donde se nombra a las paredes como parte de esas defensas. Los alumnos no parecen percatarse de que el MA no las define o explica. Quizás por ello tienden a confundirlas con el producto alimenticio objeto del anuncio. Las “bolas blancas” (el producto lácteo), están presentes de una manera implícita o explícita, en todas las respuestas, menos una que deja la pregunta en blanco.

¿Cómo actúan las defensas?

En este caso se ha identificado también tres categorías de respuestas:

- a) Actuando activamente contra las bacterias “Deteniendo las bacterias”, “Evitando que nos pongamos malos” o “Protegiendo nuestro cuerpo” (10 alumnos). Parece que estos alumnos no entienden o no responden según lo visualizado en el MA, sino que usan términos de su propia experiencia o que han oído de otros (familia, amigos, medios de comunicación...).
- b) “Reforzando las paredes del intestino” que hacen referencia al MA, pero sin llegar a describirlo totalmente (2 alumnos)
- c) “Rechazar a las bolas moradas” o “Intentando que las bolas no traspasen” (3 alumnos). Este tipo de respuestas es la que mejor atiende al MA.

¿Qué es el producto probiótico x?

La inmensa mayoría de los alumnos (15) tienen una respuesta muy clara “Bolas blancas”. Llama la atención, sin embargo, que muchos de ellos también respondieron que las defensas son bolas blancas y no hacen ninguna aclaración ni distinción al respecto. Para estos alumnos no supone ninguna contradicción el hecho de que las bolas blancas puedan ser a la vez las defensas del organismo y el componente del producto probiótico x. De este grupo mayoritario se desmarca un alumno dando una respuesta “Es una bebida láctea”, derivada de su propia experiencia y que no es como consecuencia del análisis del modelo.

¿Cómo actúa el producto probiótico x?

Las respuestas la podemos agrupar en dos categorías: a) “Tapando huecos” (10 alumnos) y b) “Como un complemento para nuestras defensas” (6 alumnos). En la primera categoría, las respuestas son muy cercanas a la del modelo, mientras que la segunda se centran en el contenido de la voz en off y/o del mensaje escrito final del anuncio.

A.2. Análisis de los modelos mentales de los alumnos

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en cada una de las preguntas que se hacen para que el alumnado explicita su MM sobre el proceso. Además de caracterizarlo, se pretendía averiguar en qué medida estaba influenciado, o no, por el MA.

¿Cómo actúa el agente externo?

En este caso se constata que todas las respuestas (menos una en blanco) son una repetición de lo que se dice en el MA o están muy influenciadas por lo visualizado en el vídeo. Así, se han identificado tres categorías: a) “Atacan las paredes golpeándolas” o “entran en los huecos del intestino” (6 alumnos); b) “Traspasa las barreras y hace daño al organismo” (8 alumnos) y c) “Entran en el intestino donde pueden coger más virus” (1 alumno).

¿Qué son las defensas?

Muchos de los alumnos (10) acuden a la analogía (tan presente por ejemplo en los juegos que tanto les gustan), de defensores que luchan contra invasores: “los que luchan contra las bacterias” o “las que protegen nuestro organismo”, pero sin concretar la identidad de los mismos sino, más bien, por su función en este proceso. Por tanto, no responden adecuadamente a la pregunta y la confunden con la siguiente. Otro grupo de (4) alumnos hablan de “microorganismos que ayudan al organismo” o “agentes de nuestro cuerpo”, es decir, en algunos casos sitúan fuera a los responsables de defender nuestro organismo. Por último, un alumno dice que son las bolas blancas, por lo que se confunde con el MA para hablar del producto lácteo y, finalmente, otro alumno deja en blanco la pregunta.

¿Cómo actúan las defensas?

La mayoría de los alumnos (10), vuelven a usar un modelo de lucha defensor-intruso. Así, dan respuestas del tipo “luchando contra los virus” o “neutralizando las bacterias”. Otro grupo (5 alumnos), responde con términos que aluden al sistema inmune “los fagocitos y linfocitos que generan anticuerpos” o “los fagocitos luchan contra las bacterias”. Este grupo de alumnos probablemente ha respondido de esta manera al usar conocimientos aprendido en las clases de ciencias ya que en un tema anterior al que se encuadra la experiencia se trataron los aspectos más relevantes del sistema inmunológico. Por último, un alumno dice que son las “paredes en el estómago”.

¿Qué es el producto probiótico x?

Un grupo numeroso (8) responde que es algo que “ayuda a las defensas” extraído claramente de lo que decía el MA y otro grupo (3) que es “un líquido que lleva defensas”, lo cual está más en la línea del modelo científico (cuadro 1), si consideramos a las bacterias del producto probiótico x como un refuerzo colonizador positivo en el intestino. Otros dos alumnos dicen que es un “líquido que contiene vitaminas”, respuesta que puede estar influenciada por una creencia popular “si estás enfermo necesitas vitaminas”. Otro alumno dice que “tapan los agujeros para quitar las bacterias” por lo que alude a su funcionalidad pero no a su identidad y, finalmente, otros dos dejan la pregunta en blanco.

¿Cómo actúa el producto probiótico x?

El grupo más numeroso (8 alumnos) parece que se deja llevar por el MA, dando respuestas como “Actúa ayudando a las defensas” o “reanima las defensas”, pero sin decir específicamente como lo hace. Un alumno dice que actúa “eliminando virus y bacterias”, lo cual iría en la línea del modelo científico, mientras que, otro alumno responde que “fortalece las paredes”, siguiendo la línea del MA. Dos alumnos dicen que actúa “aportando a las defensas energía”. Esta respuesta podría haber sido incluida en el primer grupo pero que se ha

categorizado por separado debido a la utilización del término energía, lo que puede entenderse como un fortalecimiento no por número (según el modelo científico), sino como mejora de la “calidad” de las defensas del organismo mediante la “energía aportada”. Por último, un alumno se fija en que “actúa para que les guste a los compradores”, es decir, en la parte comercial del anuncio y, finalmente, otros tres dejan la pregunta en blanco.

B. ¿QUÉ DIFICULTADES MUESTRAN LOS ALUMNOS PARA INTERPRETAR EL MODELO DEL ANUNCIO Y PARA PONER DE MANIFIESTO EL SUYO PROPIO?

Se ha realizado un análisis global de todas las preguntas con objeto de identificar las dificultades puestas de manifiesto en las respuestas de los alumnos a la hora de comprender el MA. Entendemos que éstas pueden deberse a dos causas principales:

a) *Generadas por el propio alumno*

En este caso, la principal dificultad que detectamos es la poca capacidad de análisis que tienen los alumnos con los que se ha trabajado. Se han confundido y han intercambiado, en ocasiones, conceptos como defensas y el producto probiótico x y no se han entendido otros, como los referidos a la actuación de las defensas según el MA.

En los procesos de análisis hay implicados dos factores que pueden desvirtuar el resultado final: la información y conocimientos previos del alumno, por un lado, y su habilidad en la percepción de los elementos analizados, por otro. Ambos aspectos han podido influir, en este caso negativamente. Así, se han encontrado respuestas que no se basan en el MA sino que están influenciadas por sus conocimientos previos (las referencias a linfocitos o fagocitos, términos propios del ámbito de la ciencia escolar), o de lo que escucha de otros “si estás enfermo necesitas vitaminas”. Abundando en ésta línea, se aprecia que el alumnado tiene dificultad para conectar distintas representaciones del mismo contenido en situaciones diferentes, ya que habla de linfocitos, fagocitos y vitaminas, conceptos trabajados en temas anteriores, que parecía habían comprendido pero que ahora usan de manera inadecuada en este contexto. Por último, también se han detectado otras respuestas carentes de sentido en los que se manifiesta poca capacidad de percepción o, simplemente, de interés por la actividad.

b) *Derivadas del modelo del vídeo*

Las mayores dificultades se detectan en aquellas representaciones del MA más alejadas del modelo científico y que, desde nuestro punto de vista, son equivocadas, llegando a confundir a los alumnos. De esta manera, donde más se confunden es a la hora de identificar las defensas naturales del organismo y cómo actúan. Éstas son presentadas en el MA como sistema estático de barrera física, lo que no es cierto, y eso lleva a error a los estudiantes que la confunden con las esferas blancas (producto probiótico x). Llama la atención que precisamente la analogía que usan para representar al producto lácteo (bolas blancas) y su manera de actuar (papel activo tapando huecos), son los que mejor identifican y describen los alumnos. Esto nos hace pensar si quizá el publicista a la hora de diseñar el modelo lo hizo con la intención de no dar importancia a las defensas del organismo y destacar de esta forma la importancia del producto que se quiere vender.

Conclusiones e implicaciones didácticas

Centrándonos en los resultados obtenidos, y con las cautelas debidas al pequeño número de alumnos con los que se ha trabajado, podemos realizar dos afirmaciones respecto a la comprensión del modelo utilizado en este estudio (MA).

- ✓ Los alumnos entienden mejor los aspectos dinámicos del modelo frente a los estáticos.

Identifican mejor todo lo que se mueve frente a lo que está quieto (Ezquerro, 2012). En la pregunta “¿Cómo actúa el agente externo?” identifican adecuadamente al agente externo que es el que aparece en movimiento y lo que hace. Sin embargo, al compararlo con la segunda pregunta, “¿Qué son las defensas?”, la mayoría de los alumnos caen en el error de afirmar que son las bolas blancas, es decir, que son aquellos elementos que en el MA aparecen en movimiento. Seguimos apoyando esta afirmación basándonos en los resultados de la pregunta “¿Cómo actúan las defensas?”, donde la mayoría de los estudiantes no entienden la analogía de barrera y responden en función de sus creencias o de una manera errónea. A la hora de responder a las dos últimas preguntas “¿Qué es el producto probiótico x?” y “¿Cómo actúa el producto probiótico x?”, la mayoría de las respuestas son correctas y se corresponden con aspectos del MA que se presentan de forma dinámica y mostrando una acción muy clara de dirigirse hacia un lugar y detenerse.

- ✓ Los alumnos identifican bien los elementos del modelo cuando se usan colores.

Los alumnos interiorizan muy bien la correlación colores claros-connotaciones positivas y colores oscuros-connotaciones negativas. La inmensa mayoría de los alumnos identifican adecuadamente al agente externo con su color morado y lo mismo pasa con el producto probiótico x y su color blanco. Sin embargo, las defensas que no son presentadas con un color específico no se identifican adecuadamente, se confunden con el producto lácteo.

Con respecto al MM que verbalizan los alumnos, podemos extraer dos conclusiones:

a) Identifican la interacción entre los patógenos y el sistema inmune como un “asalto a una fortaleza” en una guerra, en la que los patógenos estarían fuera del “bastión” y el sistema inmune dentro. Es una tónica que se da en las respuestas de comparación con el MA y lo que alumno entienden como realidad. Así, al hablar de los agentes externos, la mayoría responden que son “los que traspasan las barreras y hacen daño” o “golpean las paredes”. Cuando hablan de las defensas, la mayoría dice que son aquellas que “luchan contra las bacterias”, o “protegen nuestro organismo” y por último, cuando se les pregunta por el producto probiótico x una mayoría dice que es “El que ayuda a las defensas”. Queda patente que los alumnos integran adecuadamente un modelo de “guerra” con su esquema mental cuando se explican mecanismos de defensa del sistema inmune, identificando adecuadamente los roles desempeñados por los elementos del modelo.

b) Les cuesta más trabajo identificar y definir a los agentes que aparecen en el anuncio que describirlos por su funcionalidad. Así, para definir a las defensas acuden a lo que “las que luchan contra las bacterias”, y de manera similar para definir el producto probiótico x dicen que “es el que ayuda a las defensas”.

Implicaciones didácticas

A la luz de los resultados obtenidos en este trabajo, parece necesario el tratamiento de este tema en la educación obligatoria para proporcionar a los estudiantes, como ciudadanos, conocimientos fundamentados sobre la utilidad, el funcionamiento o posibles beneficios de los alimentos probióticos.

Sin embargo, los contenidos sobre las defensas en el intestino humano no forman parte de los currículos de la ciencia escolar. En la Educación Primaria, en la asignatura de Conocimiento del Medio en el bloque “La salud y el desarrollo personal” no se incluye el estudio del sistema inmune (MEC, 2006). En 3º de ESO en la materia de Ciencias de la Naturaleza, en el bloque 5 “Las personas y la salud” (MEC, 2007), se inserta el estudio del sistema inmunitario. No obstante, y basándose en la interpretación habitual que hacen los libros de texto de este

aspecto del currículo, no se abordan los mecanismos de defensa en el intestino, a pesar de que dentro del mismo bloque de contenidos se incluyen los conocimientos relativos al aparato digestivo y sus principales enfermedades. Por tanto, para los alumnos que estudian Ciencias de la Naturaleza de 3ºESO es la primera vez (y quizá la última ya que es el último curso obligatorio de ciencias), en el que tenga oportunidad de estudiar estos aspectos. Tampoco aparecen en los libros de texto modelos escolares que permitan explicar de una manera sencilla los procesos que se dan en el aparato digestivo, y en los que están implicados microorganismos de diversa procedencia. Por otro lado, consideramos necesarios aportar a los alumnos un modelo escolar que les pueda ayudar a entender el mecanismo de defensa en el intestino humano y el papel de los productos probióticos, como el del anuncio utilizado. Para construir dicho modelo se podría partir del modelo científico antes descrito (cuadro 1) y tomar en consideración tanto los MM de partida de los alumnos como aquellos recursos y analogías utilizados con éxito en el MA.

De esta forma, proponemos un modelo escolar cuyo formato consistiría en una animación similar al anuncio publicitario. Para su construcción deberíamos usar como pilares fundamentales el dinamismo y la identificación por colores. En este caso en concreto, proponemos utilizar la analogía de “guerra por recursos”, muy cercana a los modelos mentales de los alumnos. Con estos requisitos, los componentes de este modelo escolar serían:

1. Intestino: Similar al del anuncio, estático y de un color rojizo apagado.
2. Vellosidades intestinales: Similares a algas ancladas en el intestino y a las que llegan los nutrientes gracias a los flujos peristálticos.
3. Flora intestinal: Representada por estructuras tipo bacilos móviles y de color marfil.
4. Agentes patógenos: Mantendríamos a las esferas moradas móviles.
5. Producto probiótico x: Mantendríamos a las esferas blancas móviles.
6. Alimentos (Quilo): Pueden ser alimentos en miniatura, trozos de pan, de carne, etc.
7. Nutrientes: Serían palabras tales como: hidratos, grasas, proteínas...

La dinámica del proceso, según el modelo propuesto, se desarrollaría de la siguiente manera: En el intestino se encuentran los bacilos color marfil (flora intestinal), moviéndose poco por las paredes (intestinales) y ocupando lugares específicos. Van extrayendo nutrientes de los pequeños trozos de alimentos (quilo) y dejan otros que son absorbidos por las algas ancladas en el intestino (vellosidades intestinales). Con estos alimentos pueden llegar al interior del organismo las esferas moradas (agentes patógenos) que, una vez en el intestino, chocan contra los bacilos color marfil para hacerse con los recursos de alimentos o para anclarse en su lugar en el intestino. Unas veces no lo consiguen, y, entonces, las esferas moradas desaparecen tras una pequeña explosión (falta de nutrientes o imposibilidad de anclaje) y otras sí, ocurriéndole lo propio a los bacilos marfil, y siendo, en este caso, su lugar ocupado por las esferas moradas. Las esferas blancas móviles (el producto probiótico x) desempeñarían un papel similar a los bacilos de color chocando a su vez con las esferas moradas y tratando de que éstas desaparezcan.

Este modelo, que se propone como una hipótesis de trabajo, habría que utilizarlo con estudiantes de diferentes cursos de la ESO para evaluar en qué medida les ayuda a comprender el proceso de interacción de las bacterias en el intestino y su contribución a la defensa del organismo, de manera que les permita valorar un vídeo publicitario, como el mostrado por el anuncio utilizado en este trabajo, u otras informaciones sobre este proceso. Igualmente sería

importante utilizar en su tratamiento didáctico, y según las capacidades de los alumnos con los que se trabaje, diversos niveles de complejidad en las tareas de modelización (Justi y Gilbert, 2002).

En este sentido, y como propuesta de mejora, hemos de pensar en rediseñar la secuencia de actividades utilizada en esta investigación para, además de presentar un modelo escolar antes propuesto, dar más oportunidades y protagonismo a los alumnos en las tareas de modelización.

Referencias bibliográficas

- Aragón, M., Oliva, J. y Navarrete, A. (2014) Desarrollando la competencia de modelización mediante el uso y aplicación de analogías en torno al cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 337-356.
- Arconada, M. (2006). *Cómo trabajar con la publicidad en el aula*. Barcelona: Graó.
- Benarroch, A. y Pérez, S. (2011). Adolescentes, alimentación y publicidad televisiva. En Membiela, P.; Casado, N. y Cebreiros, M. (Eds.): *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias*. Ourense: Educación Editora. 33-38.
- Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 70-86.
- Blanco, A., España, E., y Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique*, 70, 9-18.
- Campanario, J., Otero, J., Moya, A. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(1), 45-56.
- Díaz-Rojo, J. (2003). Lenguaje y reclamos de salud en la publicidad de los alimentos. *Revista Anàlisi*, 30, 217-224.
- Ezquerria, A. (2012). Midiendo la realidad a través de la imagen. Una propuesta de enseñanza apoyada en la gramática visual. *Alambique*, 71, 7-21.
- Ezquerria, A. y Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 275-289.
- Ezquerria, A. y Polo, A. (2010). Una exploración sobre la televisión y la ciencia que ve el alumnado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 696-671.
- Fontcuberta, M. (2009). La publicidad debe aprenderse en el aula. *Aula de Innovación Educativa*, 178, 6.
- Fundación Eroski Consumer (2007). [Influencia de la publicidad alimentaria en niños](#).
- Girón, J.; Blanco, A. y Lupión, T. (2014). Análisis crítico de la publicidad de un producto alimentario. Una experiencia con alumnos de 3º de ESO. En Heras M.; Lorca, A.; Vázquez, B.; Wamba, A. y Jiménez, R. (Coords.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. Huelva: Universidad de Huelva; 18-25.
- Guarner, F. (2007). Papel de la flora intestinal en la salud y en la enfermedad. *Nutrición Hospitalaria*, 22 (2), 14-19.
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011-1026.

- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Justi, R. y Gilbert, J. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- López, J. y Boronat, R. (2014). Microbiología básica del yogur como recurso en el laboratorio de educación secundaria. *Alambique*, 76, 80-86.
- López, J.; Blanco, A. y Haro, G. (2011). "Ahorra energía: ¡Tú puedes!" Una unidad didáctica web para el desarrollo de la competencia científica y la competencia digital. En Ruiz, J. y Sánchez, J. (Coords.). *Buenas prácticas con TIC para la investigación y la docencia*. Málaga: Universidad de Málaga, 1-10.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria. BOE nº 293, viernes 8 de diciembre 2006.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2007). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las Enseñanzas Mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE nº 5, viernes 5 enero 2007.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2012). [Código de autorregulación de la publicidad de alimentos dirigida a menores, prevención de la obesidad y salud. \(Código PAOS\)](#).
- Moreno, C. (2006). Ingredientes mágicos y test clínicos en los anuncios como estrategias publicitarias. *Comunicar*, 27, 123-128.
- Moreno, L. y Toro, Z. (2009). La televisión, mediadora entre consumismo y obesidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 36, 46-52.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana.
- Oliva, J. y Aragón M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 195-208.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). [Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2011](#).
- Pro, A. y Ezquerro A. (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad? *Alambique*, 43, 37-48
- Pro, A. y Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-404.
- Sandin, E. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: Mc Graw and Hill.
- Sanmartí, N. y Sardá A. (2000). Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Tello, J. (2005). Educación científica en el medio televisivo. *Visualizar Comunicar*, 25.
- Yin, R. (2003). *Case studies research. Design and methods*. London: Sage Publications, Third Edition.